

# BREVET D'INVENTION

CERTIFICAT D'UTILITÉ - CERTIFICAT D'ADDITION

## COPIE OFFICIELLE

Le Directeur général de l'Institut national de la propriété industrielle certifie que le document ci-annexé est la copie certifiée conforme d'une demande de titre de propriété industrielle déposée à l'Institut.

Fait à Paris, le 27 AOÛT 2004

DOCUMENT DE PRIORITÉ

PRÉSENTÉ OU TRANSMIS  
CONFORMÉMENT À LA  
RÈGLE 17.1.a) OU b)

Pour le Directeur général de l'Institut  
national de la propriété industrielle  
Le Chef du Département des brevets

Martine PLANCHE

BEST AVAILABLE COPY

# BREVET D'INVENTION CERTIFICAT D'UTILITÉ

Code de la propriété intellectuelle - Livre VI

## REQUÊTE EN DÉLIVRANCE page 1/2



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DS 540 @ W/ 2105

<b>REMISE DES PIÈCES</b> DATE <b>29 AOUT 2003</b> LIEU <b>38 INPI GRENOBLE</b> N° D'ENREGISTREMENT <b>0310303</b> NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI DATE DE DÉPÔT ATTRIBUÉE <b>29 AOUT 2003</b> PAR L'INPI		<b>1 NOM ET ADRESSE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE</b> À QUI LA CORRESPONDANCE DOIT ÊTRE ADRESSÉE Cabinet Hecké World Trade Center - Europole 5, place Robert Schuman BP 1537 38025 Grenoble Cedex 1	
<b>Vos références pour ce dossier</b> <b>PA1770FR</b> <i>(facultatif)</i>			
<b>Confirmation d'un dépôt par télécopie</b>		<input type="checkbox"/> N° attribué par l'INPI à la télécopie	
<b>2 NATURE DE LA DEMANDE</b> Demande de brevet Demande de certificat d'utilité Demande divisionnaire <i>Demande de brevet initiale</i> <i>ou demande de certificat d'utilité initiale</i> Transformation d'une demande de brevet européen <i>Demande de brevet initiale</i>		<b>Cochez l'une des 4 cases suivantes</b> <input checked="" type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> N° _____ Date _____ N° _____ Date _____ N° _____ Date _____	
<b>3 TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b> <b>Dispositif micromécanique comportant un élément suspendu rattaché à un support par un pilier et procédé de fabrication d'un tel dispositif</b>			
<b>4 DÉCLARATION DE PRIORITÉ</b> <b>OU REQUÊTE DU BÉNÉFICE DE</b> <b>LA DATE DE DÉPÔT D'UNE</b> <b>DEMANDE ANTÉRIEURE FRANÇAISE</b>		Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ Pays ou organisation _____ N° _____ Date _____ <input type="checkbox"/> S'il y a d'autres priorités, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	
<b>5 DEMANDEUR (Cochez l'une des 2 cases)</b> Nom ou dénomination sociale _____ Prénoms _____ Forme juridique _____ N° SIREN _____ Code APE-NAF _____ Domicile ou siège Rue _____ Code postal et ville _____ Pays _____ Nationalité _____ N° de téléphone <i>(facultatif)</i> _____ Adresse électronique <i>(facultatif)</i> _____		<input checked="" type="checkbox"/> Personne morale <input type="checkbox"/> Personne physique <b>Commissariat à l'Energie Atomique</b> <b>Etablissement Public de Caractère scientifique, technique et industriel</b> <b>31- 33 rue de la Fédération</b> <b>75752 Paris</b> <b>française</b> N° de télécopie <i>(facultatif)</i> _____ <input type="checkbox"/> S'il y a plus d'un demandeur, cochez la case et utilisez l'imprimé «Suite»	

**BREVET D'INVENTION  
CERTIFICAT D'UTILITÉ**

**REQUÊTE EN DÉLIVRANCE**  
page 2/2

**BR2**

<p>REMISE DES PIÈCES</p> <p>DATE <b>29 AOUT 2003</b></p> <p>LIEU <b>38 INPI GRENOBLE</b></p> <p>N° D'ENREGISTREMENT <b>0310303</b></p> <p>NATIONAL ATTRIBUÉ PAR L'INPI</p>		<p><b>PA1770FR</b></p> <p>DB 540 W / 210502</p>	
<p><b>6 MANDATAIRE (s'il y a lieu)</b></p> <p>Nom <b>Hecké</b> <b>Jouvray</b></p> <p>Prénom <b>Gérard</b> <b>Marie-Andrée</b></p> <p>Cabinet ou Société <b>Cabinet Hecké (S.A.)</b></p> <p>N° de pouvoir permanent et/ou de lien contractuel</p> <p>Adresse</p> <p>Rue <b>World Trade Center - Europole</b></p> <p>Code postal et ville <b>5, place Robert Schuman - BP 1537</b></p> <p>Pays <b>38025 Grenoble Cedex</b></p> <p>N° de téléphone (facultatif) <b>France</b></p> <p>N° de télécopie (facultatif) <b>04 76 84 95 45</b></p> <p>Adresse électronique (facultatif) <b>04 76 84 95 48</b></p> <p><b>hecke@dia.oleane.com</b></p>			
<p><b>7 INVENTEUR (S)</b></p> <p>Les demandeurs et les inventeurs sont les mêmes personnes</p> <p><input type="checkbox"/> Oui</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Non : Dans ce cas remplir le formulaire de Désignation d'inventeur(s)</p>			
<p><b>8 RAPPORT DE RECHERCHE</b></p> <p>Uniquement pour une demande de brevet (y compris division et transformation)</p> <p>Établissement immédiat ou établissement différé</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Établissement immédiat</p> <p><input type="checkbox"/> Établissement différé</p> <p>Paiement échelonné de la redevance (en deux versements)</p> <p>Uniquement pour les personnes physiques effectuant elles-mêmes leur propre dépôt</p> <p><input type="checkbox"/> Oui</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Non</p>			
<p><b>9 RÉDUCTION DU TAUX DES REDEVANCES</b></p> <p>Uniquement pour les personnes physiques</p> <p><input type="checkbox"/> Requête pour la première fois pour cette invention (joindre un avis de non-imposition)</p> <p><input type="checkbox"/> Obtenue antérieurement à ce dépôt pour cette invention (joindre une copie de la décision d'admission à l'assistance gratuite ou indiquer sa référence): AG</p>			
<p><b>10 SÉQUENCES DE NUCLEOTIDES ET/OU D'ACIDES AMINÉS</b></p> <p>Le support électronique de données est joint</p> <p><input type="checkbox"/> Cochez la case si la description contient une liste de séquences</p> <p>La déclaration de conformité de la liste de séquences sur support papier avec le support électronique de données est jointe</p> <p><input type="checkbox"/></p> <p>Si vous avez utilisé l'imprimé «Suite», indiquez le nombre de pages jointes</p>			
<p><b>11 SIGNATURE DU DEMANDEUR OU DU MANDATAIRE (Nom et qualité du signataire)</b></p> <p><b>Gérard Hecké</b></p> <p><b>CPI 95-1201</b></p> <p><b>Marie-Andrée Jouvray</b></p> <p><b>CPI 01-0410</b></p>		<p><b>VISA DE LA PRÉFECTURE OU DE L'INPI</b></p>	

## **Dispositif micromécanique comportant un élément suspendu rattaché à un support par un pilier et procédé de fabrication d'un tel dispositif**

### **5      Domaine technique de l'invention**

L'invention concerne un dispositif micromécanique comportant au moins un élément suspendu rattaché à un support par un pilier comportant une base et un sommet.

10

### **État de la technique**

15

Les systèmes micromécaniques, par exemple les capteurs d'accélération, comportent classiquement des éléments en suspension, mobiles ou fixes. Ces microsystèmes sont utilisés notamment dans des applications automobiles pour la correction de suspension, pour l'assistance à la conduite et pour l'ouverture des air-bags, nécessitant une mesure de l'accélération comprise entre 0 et 25g. Des capteurs d'accélération sont également utilisés dans des pace-makers,

20

25

Comme représenté à la figure 1, un élément suspendu 1 est classiquement fixé, par un pilier 2, à un support 3. Les procédés actuels de fixation de l'élément suspendu 1 au support 3 consistent à faire croître des couches minces sur le support 3, pour constituer le pilier 2 et l'élément suspendu 1. Ainsi, le pilier comporte respectivement une base 4 en contact avec le support 3 et un sommet 5 en contact avec l'élément suspendu 1. La tenue mécanique à la traction de l'élément suspendu 1 par rapport au support 3 est assurée par l'adhérence des matériaux aux interfaces, notamment à l'interface entre le matériau de l'élément

suspendu 1 et le matériau du pilier 2 au sommet 5 du pilier, d'une part, et à l'interface entre le matériau du support 3 et le matériau du pilier 2 à la base 4 du pilier, d'autre part. Ces procédés sont, par exemple, utilisés pour la croissance d'un pilier 2 en matériau électriquement isolant, par exemple en nitrure de silicium (SiN), sur un support 3 en silicium (Si). La tenue mécanique entre ces matériaux peut être insuffisante, notamment dans le cas où des surpressions sont appliquées dans les microsystèmes, par exemple dans le cas de systèmes où l'on souhaite amortir les vibrations de l'élément suspendu 1 ou dans des débitmètres.

### Objet de l'invention

L'invention a pour but de remédier à ces inconvénients et, en particulier, d'augmenter la tenue mécanique des systèmes micromécaniques comportant un élément suspendu.

Selon l'invention, ce but est atteint par le fait que la base du pilier est enterrée dans une cavité, complémentaire, du support, la base du pilier comportant, dans la cavité du support, une zone de section élargie.

Selon un mode de réalisation préférentiel, la base du pilier et la cavité du support constituent un assemblage à queue d'aronde ou un assemblage de type tête à clou.

Selon un autre développement de l'invention, le sommet du pilier est enterré dans une première cavité, complémentaire, de l'élément suspendu, le sommet du pilier comportant, dans la première cavité de l'élément suspendu, une zone de section élargie.

Selon un autre développement de l'invention, le dispositif comporte un capot solidaire d'un pilier supplémentaire, une base du pilier supplémentaire, opposée au capot, étant enterrée dans une deuxième cavité, complémentaire, de l'élément suspendu, la base du pilier supplémentaire comportant, dans la

5 deuxième cavité de l'élément suspendu, une zone de section élargie.

L'invention a également pour but un procédé de fabrication d'un dispositif micromécanique selon l'invention, comportant :

- 10 - le dépôt, sur une surface du support, d'au moins une couche sacrificielle,
- la gravure, dans la couche sacrificielle, d'un orifice traversant la couche sacrificielle jusqu'à la surface du support,
- la gravure du support, dans le prolongement de l'orifice, de manière à former la cavité du support en forme de queue d'aronde ou en forme de tête
- 15 à clou,
- le dépôt dans la cavité du support et au moins sur les parois de l'orifice, d'un matériau destiné à constituer le pilier.

Selon un développement de l'invention, le procédé comporte :

- 20 - avant gravure de l'orifice, le dépôt, sur la couche sacrificielle, d'une couche solide, et d'une couche sacrificielle supplémentaire,
- la gravure de l'orifice étant réalisée dans l'empilement constitué par la couche sacrificielle supplémentaire, la couche solide et la couche sacrificielle, l'orifice comportant une zone élargie dans la couche sacrificielle
- 25 supplémentaire,
- l'élimination, après dépôt du matériau destiné à constituer le pilier, de la couche sacrificielle supplémentaire,
- le dépôt, sur la couche solide et le matériau constituant le pilier, d'un matériau constituant l'élément suspendu,

- l'élimination de la couche sacrificielle.

Selon un autre développement de l'invention, le procédé comporte :

- la gravure de l'élément suspendu, de manière à former une deuxième cavité, en forme de queue d'aronde ou en forme de tête à clou, dans l'élément suspendu,
- le dépôt dans la deuxième cavité de l'élément suspendu, d'un matériau destiné à constituer la base d'un pilier supplémentaire solidaire d'un capot.

10

### **Description sommaire des dessins**

D'autres avantages et caractéristiques ressortiront plus clairement de la description qui va suivre de modes particuliers de réalisation de l'invention donnés à titre d'exemples non limitatifs et représentés aux dessins annexés, dans lesquels :

15

La figure 1 représente un dispositif selon l'art antérieur.

Les figures 2 et 3 représentent des modes de réalisation particuliers du dispositif selon l'invention.

20

Les figures 4 à 12 représentent les étapes successives d'un mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, le matériau destiné à constituer le pilier étant déposé sur les parois de l'orifice sans remplir l'orifice.

Les figures 13 à 17 représentent les étapes successives d'un autre mode de réalisation particulier du procédé selon l'invention, le matériau destiné à constituer le pilier remplissant l'orifice.

25

La figure 18 représente un mode de réalisation particulier du dispositif selon l'invention, comportant un capot solidaire d'un pilier supplémentaire.

## Description de modes particuliers de réalisation

Dans le dispositif micromécanique représenté à la figure 2, la base 4 du pilier 2 est enterrée dans une cavité 6, complémentaire, du support 3 et comporte, dans la cavité 6 du support 3, une zone de section élargie, formant, de préférence, un assemblage de type tête à clou ou à queue d'aronde avec la cavité 6 du support 3. Ainsi, l'ancrage du pilier 2 dans le support 3 est plus résistant que l'ancrage classique par adhésion. Le matériau destiné à constituer le pilier 2 peut être un matériau conducteur, par exemple du silicium, ou un composé isolant de type SiN.

Sur la figure 3, le sommet 5 du pilier 2 est également enterré dans une première cavité 7, complémentaire, de l'élément suspendu 1. Le sommet 5 du pilier 2 comporte, dans la première cavité 7 de l'élément suspendu 1, une zone de section élargie, formant, par exemple, un assemblage de type tête à clou ou à queue d'aronde avec la première cavité 7 de l'élément suspendu 1. Ainsi, l'ancrage de l'élément suspendu 1 sur le support 3 présente également une bonne tenue mécanique.

Un procédé de réalisation du dispositif, illustré aux figures 4 à 12, comporte des étapes classiques, par exemple des dépôts et des gravures de couches minces, et des étapes de gravure particulières, générant par exemple des flancs de gravure obliques. Comme représenté à la figure 4, une couche sacrificielle 8, une couche solide 9 et une couche sacrificielle supplémentaire 10 sont successivement déposées sur une surface du support 3 qui est, de préférence, en silicium. L'épaisseur de la couche sacrificielle 8 détermine la distance finale entre le support 3 et l'élément suspendu 1. A titre d'exemple, les épaisseurs des couches sont respectivement de 2  $\mu\text{m}$  pour la couche sacrificielle 8, de 320 nm pour la couche solide 9 et de 70 nm pour la couche sacrificielle supplémentaire



10. Les couches sacrificielles 8 et 10 sont, de préférence, en silice et la couche solide 9 en silicium. On peut, par exemple, réaliser l'empilement des couches à partir de substrats du type silicium sur isolant (« SOI : silicon on insulator » ), ayant une couche de  $\text{SiO}_2$  disposée entre une couche de silicium et un substrat en silicium.

Puis, un orifice 11 est gravé dans l'empilement constitué par la couche sacrificielle supplémentaire 10, la couche solide 9 et la couche sacrificielle 8 (figures 5 et 6). Comme représenté à la figure 5, la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être gravée en créant, dans la couche sacrificielle supplémentaire 10, des flancs de gravure obliques, de manière à ce que la partie supérieure de l'orifice 11 se rétrécisse vers le fond et forme, ainsi, une zone élargie dans la partie supérieure de la couche sacrificielle supplémentaire 10. La gravure de la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être faite par gravure humide, par exemple en utilisant des solutions à base d'acide fluorhydrique et un masque en résine, ou par gravure plasma sèche isotrope utilisant du  $\text{SF}_6$ .

Comme représenté à la figure 6, la couche solide 9 et la couche sacrificielle 8 peuvent être gravées de manière à créer des flancs de gravure sensiblement perpendiculaires aux couches 8 et 9. L'orifice 11 traverse alors la totalité de la couche sacrificielle 8, jusqu'à la surface du support 3, ce qui correspond, par exemple, à une profondeur de l'orifice de l'ordre de  $3\text{ }\mu\text{m}$ .

Comme représenté sur la figure 7, le support 3 est ensuite gravé, dans le prolongement de l'orifice 11, de manière à former la cavité 6 du support 3 en forme de queue d'aronde. Ainsi, l'orifice s'élargit en profondeur. Une telle gravure peut notamment être réalisée par un procédé de gravure par plasma décrit dans le document US5501893. Ce procédé utilise deux étapes en

alternance : une étape de passivation et une étape de gravure. L'étape de passivation consiste à déposer une couche protectrice de polymère (à base de  $C_4F_8$ ) sur le support 3 à graver, notamment sur les flancs et le fond de gravure. L'étape de gravure utilise un plasma de  $SF_6$ , qui permet de graver la couche de polymère et le support 3. Une tension électrique appliquée au support 3 permet d'accélérer les ions  $SF_6$  en direction du support 3, ce qui amplifie la gravure dans le fond, tandis que les flancs sont protégés par la couche protectrice de polymère. Ainsi, la cavité 6 gravée est plus large en profondeur qu'à la surface du support 3. Le réglage des paramètres de gravure et de passivation, notamment de la pression, du débit et du temps de cycle de gaz réactifs, par exemple de  $SF_6$  et de  $C_4F_8$ , et de la tension appliquée au support en silicium, permettent d'obtenir des flancs gravés verticaux. Or, la cavité 6 gravée est plus large en profondeur qu'à la surface du support 3. Cette forme avec pente négative peut être obtenue en jouant sur plusieurs paramètres, par exemple, en augmentant les temps de gravure par rapport au temps de passivation ou en jouant sur les pressions et/ou la tension électrique appliquée au support 3.

Après gravure de la cavité 6 du support 3, un matériau 12, destiné à constituer le pilier 2, est déposé dans la cavité 6 du support 3 et au moins sur les parois de l'orifice 11 (figure 8). Sur la figure 8, le matériau 12, de préférence isolant électrique, par exemple du SiN, est également déposé sur la couche sacrificielle supplémentaire 10. Comme représenté à la figure 9, le matériau 12 déposé sur la couche sacrificielle supplémentaire 10 peut être éliminé par polissage ou gravure plasma.

La couche sacrificielle supplémentaire 10 est ensuite éliminée, par exemple par gravure humide, (figure 10) et un matériau 13, de préférence du Si, destiné à constituer l'élément suspendu 1, est déposé sur la couche solide 9 et le matériau 12, constituant le pilier 2, de manière à remplir l'orifice 11 (figure 11).

La couche 9 sert également de support au matériau 13, notamment dans le cas où celui-ci est déposé par épitaxie. La couche 9 est ainsi intimement liée au matériau 13, et constitue avec celui-ci l'élément suspendu. Le matériau 13 peut ensuite être lissé par polissage ou gravure et la couche sacrificielle 8 est ensuite enlevée (figure 12).

Après gravure de la couche sacrificielle 8, l'élément suspendu est alors ancré sur le support 3 par le pilier 2. La solidité de l'ancrage ne dépend pas seulement de la qualité de l'adhérence intrinsèque des matériaux, mais elle est renforcée par l'assemblage avec une zone de section élargie et par exemple de type en queue d'aronde ou tête à clou.

Le mode de réalisation représenté aux figures 8 à 12 peut, par exemple, être utilisé pour réaliser un pilier 2 d'une dimension latérale externe supérieure à 2  $\mu\text{m}$  et une couche de matériau 12 d'une épaisseur inférieure à 1  $\mu\text{m}$ . Ainsi, la couche de matériau 12 remplit la cavité 6 et recouvre les parois de l'orifice 11, comme représenté aux figures 8 à 12.

Dans un autre mode de réalisation, représenté aux figures 13 à 17, le matériau 12, destiné à constituer le pilier 2, peut remplir complètement l'orifice 11, ce qui est, par exemple, le cas lorsque la dimension latérale externe du pilier 2 est inférieure à la moitié de l'épaisseur de la couche du matériau 12 constituant le pilier 2.

Sur la figure 13, le matériau 12 isolant est déposé de manière à remplir l'orifice 11 et à recouvrir la couche sacrificielle supplémentaire 10. Après polissage du matériau 12 (figure 14) et élimination, par exemple par gravure, de la couche sacrificielle supplémentaire 10 (figure 15), le matériau 13, destiné à constituer l'élément suspendu 1, peut être déposé (figure 16) sur la couche solide 9 et sur

le pilier 2, de manière à former un assemblage en tête à clou avec le sommet 5 du pilier 2. Ensuite, la couche sacrificielle 8 peut être enlevée (figure 17).

Dans le cas où on ajoute un capot 14 destiné à recouvrir l'ensemble des parties fixes et mobiles du dispositif, le capot 14 peut également être fixé à l'élément suspendu 1 par l'intermédiaire d'un assemblage en queue d'aronde. Sur la figure 18, le dispositif comporte un capot 14 solidaire d'un pilier supplémentaire 15, perpendiculaire au capot 14. Une base 16 du pilier supplémentaire 15, opposée au capot 14, est enterrée dans une deuxième cavité 17, complémentaire, de l'élément suspendu 1. La base 16 du pilier supplémentaire 15 est élargie dans la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1, formant, de préférence, un assemblage à queue d'aronde, avec la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1.

L'assemblage à queue d'aronde ou en forme de tête à clou entre le pilier supplémentaire 15 et l'élément suspendu 1 peut être réalisé de manière analogue à l'assemblage entre le support 3 et le pilier 2. Ainsi, l'élément suspendu 1 est gravé, de manière à former la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1 en forme de queue d'aronde ou en forme de tête à clou. Un matériau, destiné à constituer la base 16 du pilier supplémentaire 15, est ensuite déposé, au moins dans la deuxième cavité 17 de l'élément suspendu 1.

Dans un mode de réalisation particulier, le matériau constitutif de la base 16 du pilier supplémentaire 15 solidaire du capot 14 est un matériau isolant, par exemple du SiN, pour empêcher la conduction électrique entre le capot 14 et l'élément suspendu 1.

Dans un autre mode de réalisation, une couche 18 électriquement isolante, par exemple en SiN, peut être déposée à l'interface entre l'élément suspendu 1 et le



pilier supplémentaire 15. Dans le cas où une continuité électrique entre le capot 14 et l'élément suspendu 1 n'est pas gênante ou même souhaitée, la couche 18 n'est pas nécessaire.

## Revendications

1. Dispositif micromécanique comportant au moins un élément suspendu (1) rattaché à un support (3) par un pilier (2) comportant une base (4) et un sommet (5), dispositif caractérisé en ce que la base (4) du pilier (2) est enterrée dans une cavité (6), complémentaire, du support (3), la base (4) du pilier (2) comportant, dans la cavité (6) du support (3), une zone de section élargie.
2. Dispositif selon la revendication 1, caractérisé en ce que la base (4) du pilier (2) et la cavité (6) du support (3) constituent un assemblage en forme de tête à clou.
3. Dispositif selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que le sommet (5) du pilier (2) est enterré dans une première cavité (7), complémentaire, de l'élément suspendu (1), le sommet (5) du pilier (2) comportant, dans la première cavité (7) de l'élément suspendu (1), une zone de section élargie.
4. Dispositif selon la revendication 3, caractérisé en ce que le sommet (5) du pilier (2) et la première cavité (7) de l'élément suspendu (1) constituent un assemblage en forme de tête à clou.
5. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisé en ce qu'il comporte un capot (14) solidaire d'un pilier supplémentaire (15), une base (16) du pilier supplémentaire (15), opposée au capot (14), étant enterrée dans une deuxième cavité (17), complémentaire, de l'élément suspendu (1), la base (16) du pilier supplémentaire (15) comportant, dans la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1), une zone de section élargie.

6. Dispositif selon la revendication 5, caractérisé en ce que la base du pilier supplémentaire (15) et la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1) constituent un assemblage en forme de tête à clou.

5 7. Dispositif selon la revendication 6, caractérisé en ce qu'il comporte une couche électriquement isolante (18) disposée à l'interface entre l'élément suspendu (1) et le pilier supplémentaire (15).

10 8. Procédé de fabrication d'un dispositif micromécanique selon l'une quelconque des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comporte :

- le dépôt, sur une surface du support (3), d'au moins une couche sacrificielle (8),
- la gravure, dans la couche sacrificielle (8), d'un orifice (11) traversant la couche sacrificielle (8) jusqu'à la surface du support (3),
- 15 - la gravure du support (3), dans le prolongement de l'orifice (11), de manière à former la cavité (6) du support (3) en forme de tête à clou,
- le dépôt dans la cavité (6) du support (3) et au moins sur les parois de l'orifice (11), d'un matériau destiné à constituer le pilier (2).

20 9. Procédé selon la revendication 8, caractérisé en ce qu'il comporte :

- avant gravure de l'orifice (11), le dépôt, sur la couche sacrificielle (8), d'une couche solide (9), et d'une couche sacrificielle supplémentaire (10),
- la gravure de l'orifice (11) étant réalisée dans l'empilement constitué par la couche sacrificielle supplémentaire (10), la couche solide (9) et la couche
- 25 sacrificielle (8), l'orifice (11) comportant une zone élargie dans la couche sacrificielle supplémentaire (10),
- l'élimination, après dépôt du matériau (12) destiné à constituer le pilier (2), de la couche sacrificielle supplémentaire (10),

- le dépôt, sur la couche solide (9) et le matériau (12) constituant le pilier (2), d'un matériau (13) constituant l'élément suspendu (1),
- l'élimination de la couche sacrificielle (8).

5      10. Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte :

- la gravure de l'élément suspendu (1), de manière à former une deuxième cavité (17), en forme de tête à clou, dans l'élément suspendu (1),
- le dépôt dans la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1), d'un matériau destiné à constituer la base (16) d'un pilier supplémentaire (15) solidaire d'un capot (14).

10

11. Procédé selon l'une quelconque des revendications 7 à 10, caractérisé en ce que le matériau (12) destiné à constituer le pilier (2) est déposé de manière à remplir l'orifice (11).

15





- le dépôt, sur la couche solide (9) et le matériau (12) constituant le pilier (2), d'un matériau (13) constituant l'élément suspendu (1),
- l'élimination de la couche sacrificielle (8).

5      **10.** Procédé selon la revendication 9, caractérisé en ce qu'il comporte :

- la gravure de l'élément suspendu (1), de manière à former une deuxième cavité (17), en forme de tête à clou, dans l'élément suspendu (1),
- le dépôt dans la deuxième cavité (17) de l'élément suspendu (1), d'un matériau destiné à constituer la base (16) d'un pilier supplémentaire (15) solidaire d'un capot (14).

10

**11.** Procédé selon l'une quelconque des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que le matériau (12) destiné à constituer le pilier (2) est déposé de manière à remplir l'orifice (11).

15

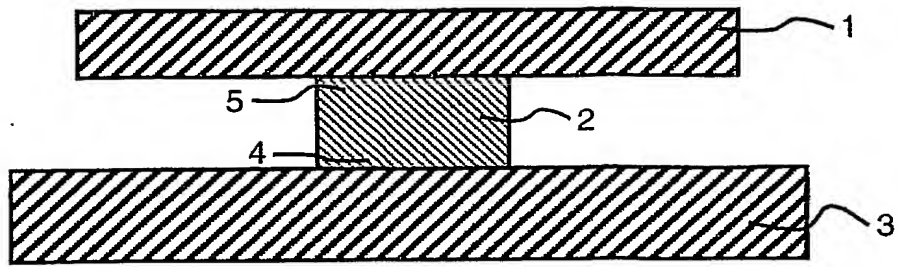


Figure 1 (Art antérieur)

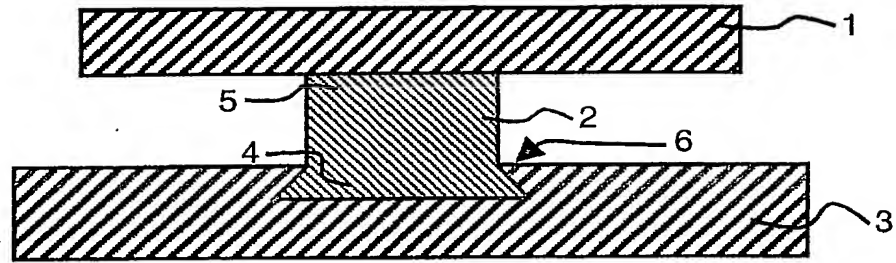


Figure 2

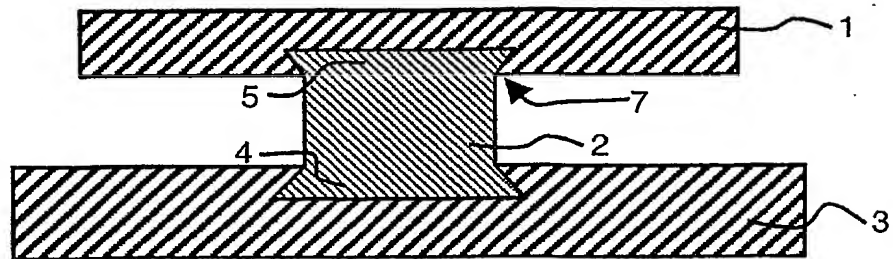


Figure 3

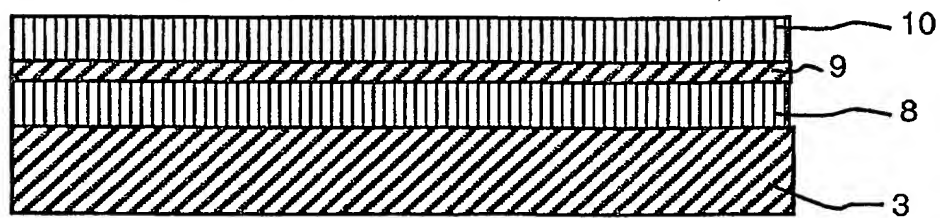


Figure 4

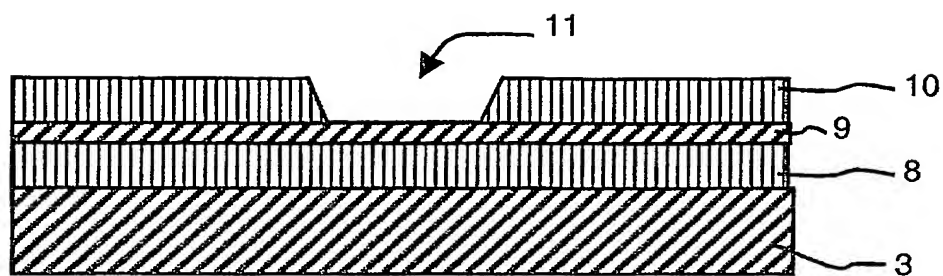


Figure 5

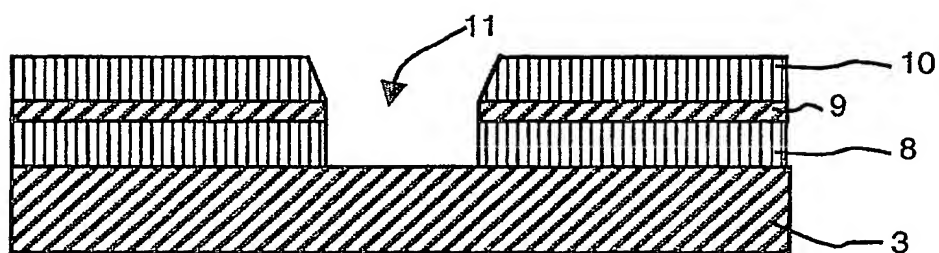


Figure 6

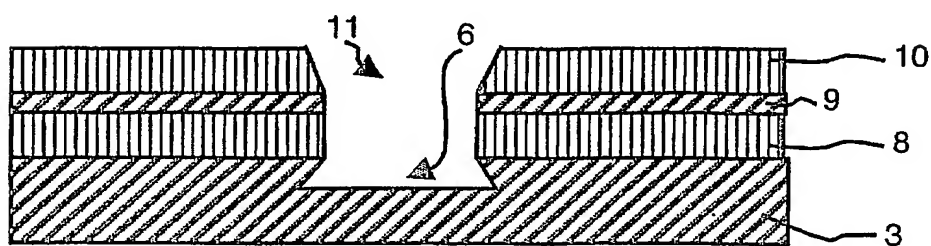


Figure 7

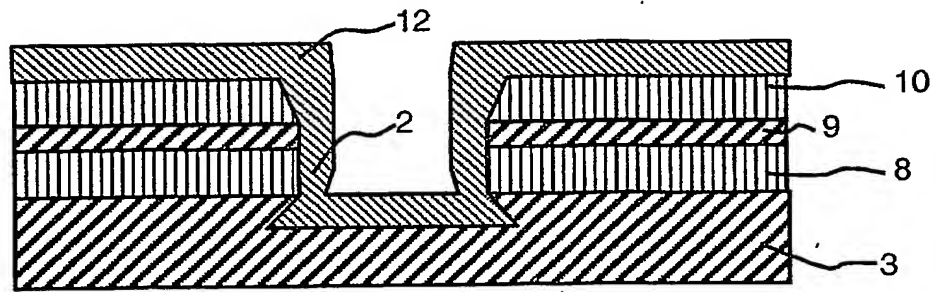


Figure 8

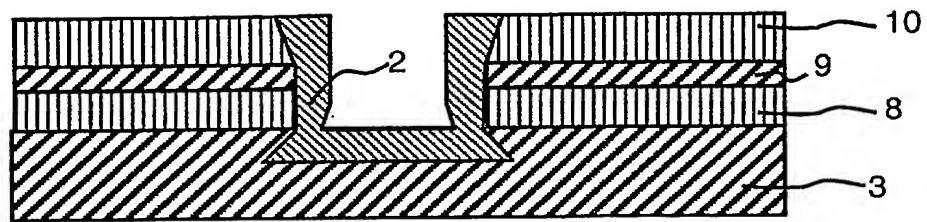


Figure 9

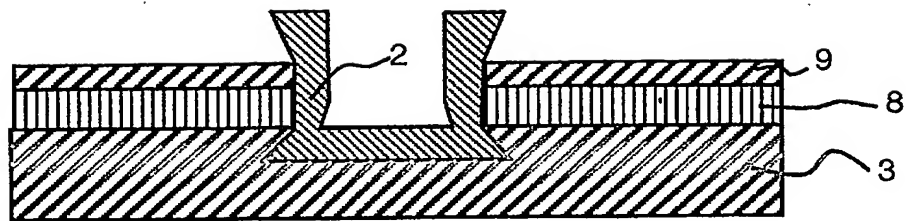


Figure 10

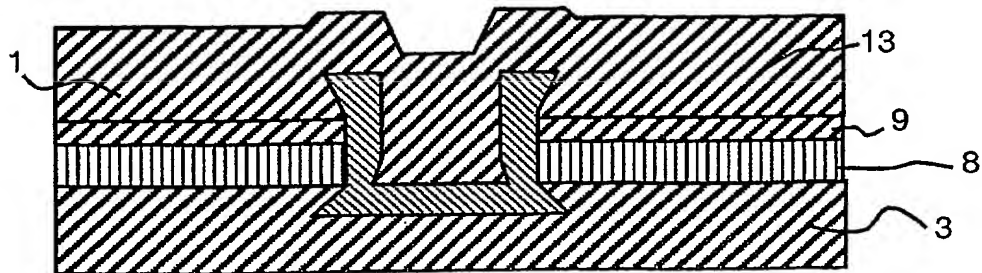


Figure 11

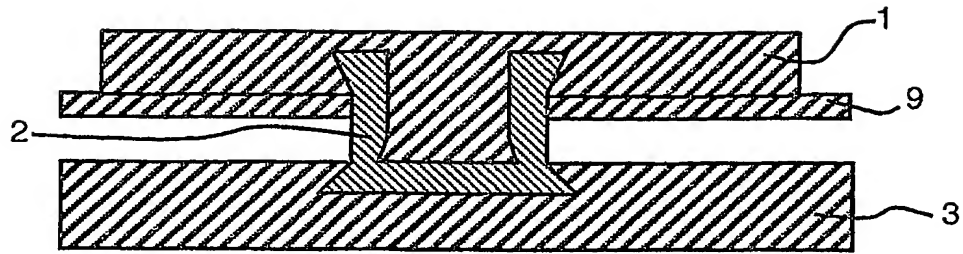


Figure 12

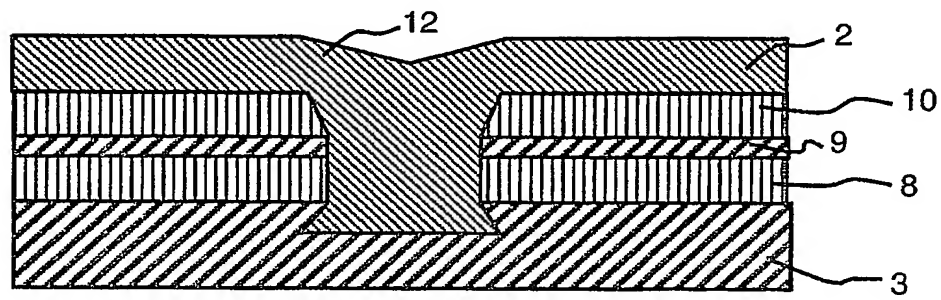


Figure 13

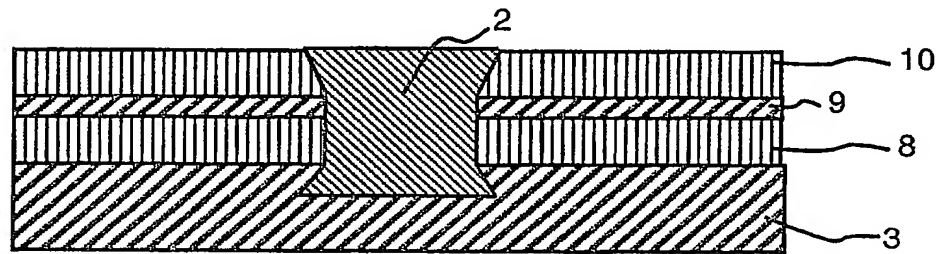


Figure 14

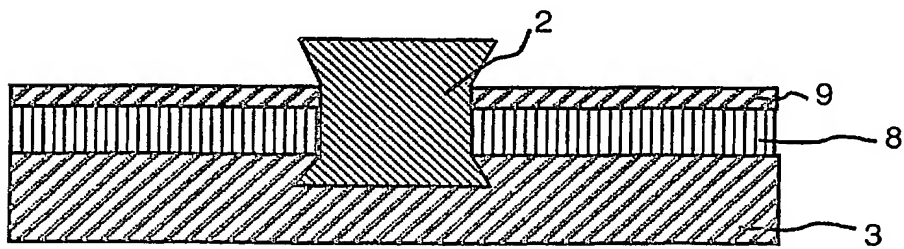


Figure 15

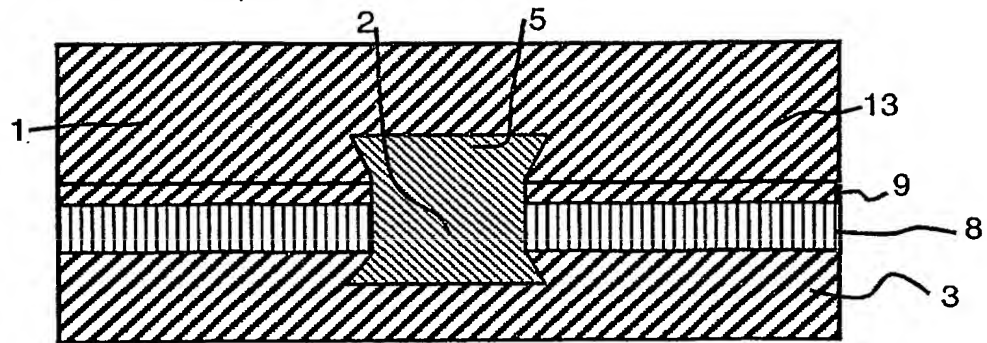


Figure 16

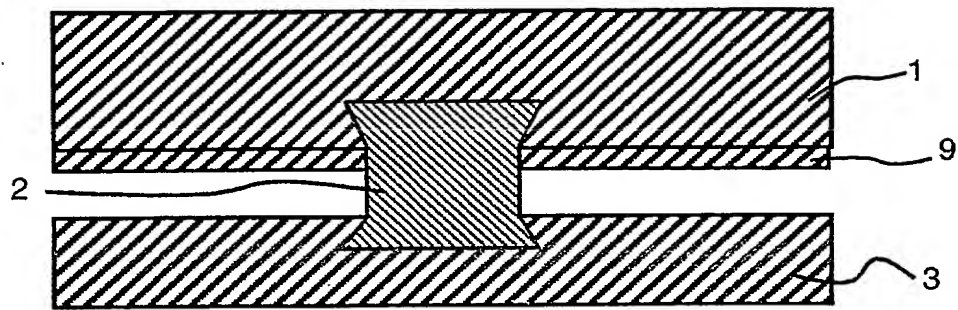


Figure 17

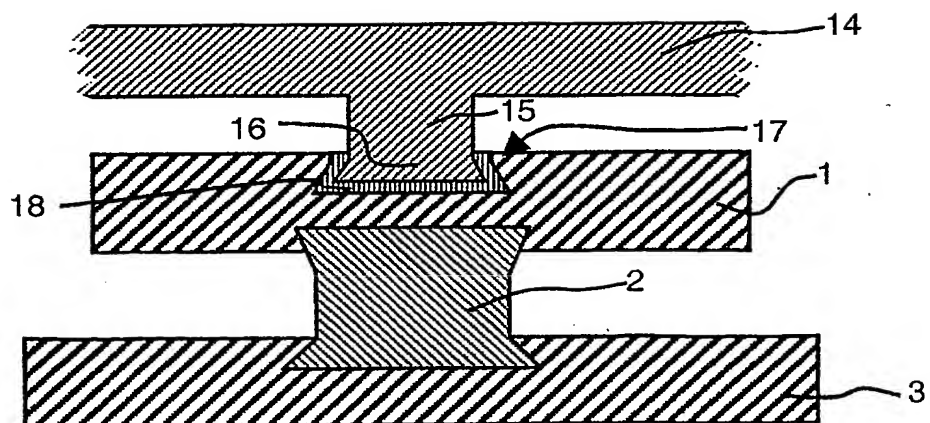


Figure 18

DÉPARTEMENT DES BREVETS

26 bis, rue de Saint Pétersbourg  
75800 Paris Cedex 08

Téléphone : 33 (1) 53 04 53 04 Télécopie : 33 (1) 42 94 86 54

**DÉSIGNATION D'INVENTEUR(S)** Page N° 1/ 1

(À fournir dans le cas où les demandeurs et les inventeurs ne sont pas les mêmes personnes)



Cet imprimé est à remplir lisiblement à l'encre noire

DB 113 @ W / 270601

<b>Vos références pour ce dossier (facultatif)</b>		<b>PA1770FR</b>
<b>N° D'ENREGISTREMENT NATIONAL</b>		<b>03 10303</b>
<b>TITRE DE L'INVENTION (200 caractères ou espaces maximum)</b>		
Dispositif micromécanique comportant un élément suspendu rattaché à un support par un pilier et procédé de fabrication d'un tel dispositif		
<b>LE(S) DEMANDEUR(S) :</b>		
Commissariat à l'Energie Atomique		
<b>DESIGNE(NT) EN TANT QU'INVENTEUR(S) :</b>		
<input checked="" type="checkbox"/> 1	Nom	Grange
	Prénoms	Hubert
	Adresse	Rue
		86, Avenue Jean Perrot
		Code postal et ville
		38100 Grenoble
	Société d'appartenance (facultatif)	
<input checked="" type="checkbox"/> 2	Nom	Moreau
	Prénoms	Murielle
	Adresse	Rue
		7, rue François Gérin
		Code postal et ville
		38360 Sassenage
	Société d'appartenance (facultatif)	
<input checked="" type="checkbox"/> 3	Nom	Borel
	Prénoms	Michel
	Adresse	Rue
		Rue du haut Rochassin
		Code postal et ville
		38660 Saint Vincent de Mercuze
	Société d'appartenance (facultatif)	
S'il y a plus de trois inventeurs, utilisez plusieurs formulaires. Indiquez en haut à droite le N° de la page suivi du nombre de pages.		
<b>DATE ET SIGNATURE(S)</b> <b>DU (DES) DEMANDEUR(S)</b> <b>OU DU MANDATAIRE</b> (Nom et qualité du signataire)		
		Gérard Hecké CPI 95-1201
		Marie-Andrée Jouvray CPI 01-0410

**PCT/FR2004/002184**





**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☒ **BLACK BORDERS**
- ☐ **IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES**
- ☐ **FADED TEXT OR DRAWING**
- ☐ **BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING**
- ☐ **SKEWED/SLANTED IMAGES**
- ☐ **COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS**
- ☐ **GRAY SCALE DOCUMENTS**
- ☐ **LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT**
- ☐ **REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY**
- ☐ **OTHER:** \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**